

**Procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur, destiné notamment à la  
gestion d'un moteur turbocompressé**

La présente invention concerne un procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur, destiné notamment à la gestion d'un moteur turbocompressé et plus particulièrement un tel moteur destiné à une voiture de tourisme.

Généralement, dans un moteur, la gestion de l'alimentation en air se fait en mesurant le débit d'air massique traversant ce moteur. Il existe plusieurs méthodes pour connaître ce débit massique. Il est par exemple connu de mesurer la vitesse de l'air et sa température au niveau d'une section connue du système d'alimentation en air, par exemple au niveau du papillon commandant le flux d'air dans le moteur. Une telle mesure est réalisée notamment sur des voitures de course ou bien des motos. Une autre manière pour déterminer ce débit consiste à mesurer la pression dans le collecteur d'admission, appelé aussi manifold, le régime du moteur et la température de l'air. Cette méthode est couramment utilisée sur des véhicules automobiles. Pour des véhicules haut de gamme, ce débit est parfois aussi mesuré à l'aide d'un fil que l'on chauffe en y faisant passer un courant électrique et dont on mesure la résistance à l'aide d'un pont de Wheastone. Toutes ces mesures sont connues de l'homme du métier et ne sont pas développées ici.

Dans un moteur turbocompressé, et notamment un tel moteur équipé d'un papillon électrique, l'importance de la mesure de la pression d'échappement pour la détermination de la perte de couple est apparue et plus particulièrement sur les moteurs de relativement faible cylindrée. En effet, une requête du conducteur par l'intermédiaire de la pédale d'accélérateur peut être interprétée comme la requête d'un couple donné. Il convient alors de déterminer le couple du moteur, et donc aussi les pertes de couple internes au moteur dues notamment à des frottements et des contre-pressions, pour pouvoir répondre à cette requête. La pression à l'échappement est alors un facteur à prendre en compte pour déterminer les pertes de couple internes au moteur.

La présente invention a alors pour but de fournir un procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur qui permette de prendre en compte la pression à l'échappement pour permettre par exemple de déterminer la perte de couple du moteur sans pour autant, de préférence, augmenter le prix de revient du système de gestion de la pression d'échappement par le rajout d'un capteur de pression. Un autre but de l'invention peut être aussi de gérer le système d'alimentation en air d'un moteur à partir de la pression et de la température d'échappement.

A cet effet, elle propose un procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur turbocompressé comportant un collecteur d'admission en aval du compresseur du turbocompresseur et un collecteur d'échappement en amont de la turbine du

turbocompresseur dans lequel on détermine le débit d'air massique alimentant le moteur et/ou la pression régnant dans le collecteur d'admission ainsi que la température dans le collecteur d'échappement.

5 Selon la présente invention, la pression dans le collecteur d'échappement est déterminée en fonction de la pression régnant dans le collecteur d'admission, du régime du moteur, des températures régnant dans les cylindres et dans le collecteur d'échappement, la pression régnant dans le collecteur d'admission pouvant éventuellement être déterminée à partir du débit d'air massique et inversement.

10 Pour plus de précision dans le calcul de la pression à l'échappement, un coefficient correcteur dépendant de la pression ambiante environnante est de préférence prévu. Dans ce cas, la pression dans le collecteur d'échappement  $P_{éch}$  se calcule par exemple par une formule du type :

$$P_{éch} = [A(T_c) * MAP - B(N, AMP, T_{éch})] / C(T_{éch}),$$

15 où A, B et C sont des fonctions prédéterminées,  $T_c$  la température dans les cylindres, MAP la pression dans le collecteur d'admission, N le régime du moteur, AMP la pression ambiante et  $T_{éch}$  la température des gaz brûlés dans le collecteur d'échappement.

20 Dans un tel procédé, lorsque le débit d'air alimentant le moteur est régulé à l'aide d'un papillon et lorsque ce papillon reste proche de sa position fermée dans des limites prédéterminées durant un laps de temps prédéfini, alors on peut avantageusement calculer la pression ambiante AMP extérieure à partir de la pression à l'échappement en fonction du régime du moteur.

25 La présente invention propose également un procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur turbocompressé comportant un collecteur d'admission en aval du compresseur du turbocompresseur et un collecteur d'échappement en amont de la turbine du turbocompresseur dans lequel on détermine le débit d'air massique alimentant le moteur et/ou la pression régnant dans le collecteur d'admission ainsi que la température dans le collecteur d'échappement.

30 Selon l'invention, la pression dans le collecteur d'échappement est mesurée à l'aide d'un capteur ou similaire, et la pression régnant dans le collecteur d'admission est déterminée à partir de la pression d'échappement mesurée en fonction du régime du moteur, des températures régnant dans les cylindres et dans le collecteur d'échappement, le débit d'air massique pouvant éventuellement être déterminé à partir de la pression régnant dans le collecteur d'admission.

35 Dans ce procédé on prévoit avantageusement un coefficient correcteur dépendant de la pression ambiante environnante. Dans ce cas, la pression dans le

collecteur d'admission MAP se calcule par exemple par une formule du type :

$$\text{MAP} = [\text{F}(\text{N}, \text{T}_{\text{éch}}) * \text{P}_{\text{éch}} + \text{G}(\text{N}, \text{AMP}, \text{T}_{\text{éch}})] / [\text{H}(\text{N}, \text{T}_{\text{c}})],$$

où F, G et H sont des fonctions prédéterminées,  $\text{T}_{\text{c}}$  la température dans les cylindres,  $\text{P}_{\text{éch}}$  la pression dans le collecteur d'échappement, N le régime du moteur, AMP la pression ambiante et  $\text{T}_{\text{éch}}$  la température des gaz brûlés dans le collecteur d'échappement.

Dans un procédé selon l'invention, la température dans le collecteur d'échappement est avantageusement obtenue à partir d'une modélisation. De telles modélisations existent pour notamment protéger le turbocompresseur d'une surchauffe.

Elles permettent d'éviter l'utilisation d'un capteur qui serait soumis à des conditions d'utilisation sévères car les variations de température dans le collecteur d'échappement sont importantes et les températures très élevées lors du fonctionnement du moteur.

Des détails et avantages de la présente invention ressortiront mieux de la description qui suit, faite en référence au dessin schématique annexé sur lequel :

L'unique figure représente schématiquement un système d'alimentation en air d'un moteur turbocompressé.

On reconnaît sur la droite de cette unique figure, en aval du système d'alimentation représenté, un piston 2 pouvant se déplacer dans un cylindre 4. Une soupape 6 commande l'admission de l'air dans le cylindre 4. Une soupape 8 est quant à elle prévue pour l'échappement des gaz brûlés hors du cylindre 4. Le moteur correspondant comporte par exemple plusieurs cylindres et le système d'alimentation représenté est commun à tous les cylindres ou à une partie de ceux-ci.

Ce système d'alimentation en air comporte, d'amont en aval, une entrée d'air 10, un débitmètre d'air massique 12, un turbocompresseur 14, une chambre appelée intercooler 16, un papillon 18 disposé dans un conduit dans lequel passe l'air alimentant les cylindres et permettant d'agir sur la section de débit d'air de ce conduit, ainsi qu'un collecteur d'admission 20. Les soupapes d'admission 6 sont chacune en liaison directe avec le collecteur d'admission 20.

En aval des cylindres 4, les gaz brûlés, ou gaz d'échappement, sortant par les soupapes 8 d'échappement pénètrent dans un collecteur d'échappement 22. Il s'agit d'une tubulure collectant les gaz d'échappement avant de les rejeter, après traitement, à l'air libre. Dans le cas présent d'un moteur turbocompressé, le collecteur d'échappement 22 rassemble les gaz brûlés pour les conduire vers la turbine du turbocompresseur 14. En aval de celui-ci, les gaz d'échappement passent dans un catalyseur et un pot d'échappement (non représentés) avant d'être rejetés.

Le turbocompresseur 14 comporte deux turbines reliées entre elles par un arbre. Une première turbine est disposée après le collecteur d'échappement 22 et est entraînée en rotation par les gaz brûlés sortant des cylindres 4 par les soupapes d'échappement 8 et guidés par le collecteur d'échappement 22. La seconde turbine, appelée compresseur, est disposée, comme indiqué plus haut, dans le système d'alimentation en air du moteur et met sous pression l'air se trouvant dans l'intercooler 16. De façon classique, une vanne de décharge de turbocompresseur 24 permet de "court-circuiter" la turbine disposée en aval du collecteur d'échappement 22.

Une telle structure est habituelle pour un moteur turbocompressé. La présente invention concerne un moteur équipé d'un système d'admission de ce type dans lequel la position du papillon 18 est commandée soit mécaniquement, soit électriquement. Dans ce dernier cas, pour gérer le débit d'air dans le moteur, il convient de réguler à la fois l'angle d'ouverture du papillon 18 et l'ouverture de la vanne de décharge du turbocompresseur 24. Il convient alors de gérer le moteur de telle sorte que la requête du conducteur exprimée grâce à une pédale d'accélérateur soit exécutée par le moteur. La requête du conducteur peut s'interpréter en termes de couple. Une position de la pédale d'accélérateur correspond alors très schématiquement à un couple requis. Il convient donc de déterminer les paramètres (ouverture du papillon 18 et position de la vanne de décharge du turbocompresseur 24) permettant d'obtenir le couple requis. La pression régnant dans le collecteur d'échappement 22 peut être utilisée ici pour déterminer le couple du moteur, cette pression pouvant être à l'origine de pertes de couple non négligeables.

La pression d'échappement peut être déterminée par un capteur mesurant celle-ci. Ceci augmente alors le prix de revient du moteur car il n'est jusqu'à présent pas prévu de placer un tel capteur dans un moteur.

L'idée à l'origine de la présente invention est de pouvoir se passer de ce capteur et de déterminer la pression d'échappement à l'aide des paramètres déjà mesurés dans un moteur. La présente invention permet ainsi de déterminer cette pression uniquement à l'aide des capteurs habituellement disponibles dans un moteur turbocompressé. Elle permet aussi, pour un moteur qui serait équipé d'un capteur de la pression d'échappement, de se passer d'un autre capteur tel par exemple un capteur pour déterminer la pression dans le collecteur d'admission 20 ou bien le débit d'air massique. Dans le cas de la présence de deux capteurs, un pour déterminer la pression à l'échappement et l'autre à l'admission, l'invention permet un fonctionnement en mode "dégradé", en cas par exemple de défaillance du capteur de pression dans le collecteur d'admission, sans perte d'information par rapport à un fonctionnement normal du moteur.

L'originalité de l'invention est de faire un parallèle entre l'amont et l'aval du moteur, c'est-à-dire entre la pression régnant dans le collecteur d'admission 20 et la pression d'échappement dans le collecteur d'échappement 22. Des explications par le calcul peuvent justifier ce parallèle comme montré ci-après.

5 On suppose par approximation que la pression régnant dans un cylindre 4 est constante durant la phase de remplissage de ce cylindre 4. Cette pression est alors égale à la pression régnant dans le collecteur d'admission 20. Cette pression est appelée par la suite MAP. De même, on suppose que la température de l'air remplissant le cylindre est constante et vaut  $T_c$ . De plus on considère que la soupape d'admission 6 s'ouvre au point  
10 mort haut (PMH) du piston 2 et se ferme à son point mort bas (PMB).

Le cylindre 4 contient juste avant la phase d'admission d'air frais une quantité de gaz brûlés et la pression de ces gaz est  $P_b$ . On peut alors déterminer la masse  $B_{gm}$  des gaz brûlés se trouvant dans le cylindre 4 juste avant l'ouverture de la soupape 6 par l'expression :

15 (a)  $B_{gm} = V_{PMH} * P_b / R * T_{éch}$

où  $V_{PMH}$  est le volume du cylindre quand il est au point mort haut,

$T_{éch}$  est la température des gaz brûlés, et

$R$  est la constante des gaz parfaits.

De même on peut déterminer la masse de gaz  $C_{gm}$  contenue dans le  
20 cylindre 4 après la phase d'admission par l'expression :

(b)  $C_{gm} = V_{PMB} * MAP / R * T_c$

où  $V_{PMB}$  est le volume du cylindre quand il est au point mort bas.

En un cycle, la masse de gaz  $N_{am}$  passant par un cylindre est donc la  
suivante :

25 (c)  $N_{am} = C_{gm} - B_{gm}$

De ces trois équations, on déduit l'équation suivante :

(d)  $N_{am} = (V_{PMB} * MAP / R * T_c) - (V_{PMH} * P_b / R * T_{éch})$

Soit alors  $MafCyl$  la masse d'air passant dans un cylindre 4 par unité de temps. Cette masse  $MafCyl$  dépend du régime  $N$  du moteur et de  $N_{am}$  et s'écrit sous la  
30 forme suivante :

(e)  $MafCyl = f(N) * g(T_c) * MAP - h(N) * k(AMP) * l(T_{éch})$

$f$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $k$  et  $l$  sont des fonctions qui intègrent les diverses variables des équations précédentes.

La variable  $AMP$  apparaît car la pression  $P_b$  correspondant aux gaz brûlés  
35 est une grandeur qui est tout d'abord dépendante des paramètres intrinsèques du moteur et du régime moteur  $N$  mais aussi de la pression ambiante extérieure.

Il est également possible de déterminer  $Maf_{Cyl}$  d'une autre manière, en considérant les gaz brûlés sortant au niveau de l'échappement. Ainsi en appliquant la loi des gaz parfaits, de même que pour les équations (a) et (b), on obtient :

$$(f) \quad Maf_{Cyl} = ff(N) * II(T_{éch}) * P_{éch}$$

5 où  $P_{éch}$  est la pression régnant dans le collecteur d'échappement.

En combinant les équations (e) et (f) on obtient finalement :

$$(g) \quad MAP = [ff(N) * II(T_{éch}) * P_{éch} + h(N) * k(AMP) * I(T_{éch})] / [f(N) * g(T_c)]$$

Cette formule donne donc une relation entre la pression régnant dans le collecteur d'admission 20 et la pression régnant dans le collecteur d'échappement 22.

10 Cette relation met en jeu le régime du moteur  $N$ , la température d'échappement  $T_{éch}$  et la pression ambiante  $AMP$ . Tous ces paramètres sont déterminés par un capteur ou par modélisation de façon connue dans un moteur turbocompressé de l'art antérieur.

Grâce à cette formule (g), on peut donc déterminer, dans la mesure où l'on dispose d'un capteur de pression à l'échappement, de la pression dans le collecteur d'admission 20. On peut aussi inverser cette formule pour obtenir, à l'aide d'un capteur  
15 donnant la pression dans le collecteur d'admission 20, la pression à l'échappement.

Les essais réalisés pour montrer que les valeurs calculées correspondent bien aux valeurs mesurées ont, malgré les hypothèses et approximations faites, donné de manière surprenante d'excellents résultats. La corrélation entre la valeur calculée et la  
20 valeur mesurée est sensiblement supérieure, selon les essais, à 0,9.

Ces essais ont permis également de montrer que :

$$(h) \quad f(N) = ff(N)$$

On définit alors une nouvelle fonction de la manière suivante :

$$(i) \quad hh(N) = h(N) / f(N)$$

25 L'équation (g) devient alors équivalente à :

$$(j) \quad MAP = [II(T_{éch}) * P_{éch} + hh(N) * k(AMP) * I(T_{éch})] / g(T_c)$$

qui traduit l'équation (g) sous une forme simplifiée. Cette équation, une fois inversée pour donner la pression d'échappement en fonction de la pression du collecteur d'admission 20 s'exprime de la manière suivante :

$$30 \quad (k) \quad P_{éch} = [g(T_c) * MAP - hh(N) * k(AMP) * I(T_{éch})] / II(T_{éch})$$

Ici, aucune calibration additionnelle n'est nécessaire pour déterminer la pression d'échappement. La calibration est déjà réalisée dans le logiciel et peut être réutilisée grâce à la réversibilité du modèle utilisé.

On remarque qu'un décalage existe entre la pression à l'échappement et la  
35 pression d'admission. Dans un moteur à quatre temps, il faut deux tours de vilebrequin pour que l'air sous la pression  $MAP$  dans le collecteur d'admission 20 se retrouve dans le

collecteur d'échappement 22 à la pression  $P_{éch}$ . Lorsque le moteur est en régime permanent, ce décalage est bien entendu sans incidence. Par contre, lors de régimes transitoires, il faut tenir compte de ce décalage notamment lors de variations importantes de ces pressions. Ce décalage entre bien entendu en jeu lorsque la valeur de MAP est  
5 calculée en fonction de  $P_{éch}$  mais pas lorsque la pression  $P_{éch}$  est calculée en fonction de MAP. En effet, lorsque la pression à l'échappement est déterminée par le calcul à partir de la pression dans le collecteur d'admission 20, il suffit de tenir compte du décalage dans le temps qui est fonction du régime N du moteur.

Une première stratégie, donnée ici à titre d'exemple non limitatif, pour prendre  
10 en compte ce décalage consiste à calculer un intégrateur de la valeur de MAP basé d'une part sur la valeur initiale de cette pression lorsque le moteur est à l'arrêt et d'autre part sur la différence entre le flux d'air au niveau du papillon 18 et au niveau du cylindre 4. En régime constant, que l'on peut constater par exemple en observant le gradient de variation de la position angulaire du papillon 18, la valeur de la pression MAP dans le  
15 collecteur d'admission 20 est déterminée en fonction de la pression à l'échappement.

Une autre stratégie consiste à calculer tout d'abord la pression MAP en fonction de la pression à l'échappement  $P_{éch}$ . Cette valeur calculée de la pression MAP est alors réinjectée dans le système de contrôle du flux d'air et une variation est alors constatée en régime transitoire. Pour prendre en compte le décalage, on augmente la  
20 pente correspondant à cette variation.

Le procédé proposé pour calculer  $P_{éch}$  ou bien encore MAP peut également être utilisé pour la détermination de la pression ambiante. En effet, on remarque que lorsque le papillon 18 reste fermé pendant un laps de temps prédéterminé, c'est-à-dire lorsque son ouverture est inférieure à une valeur prédéterminée durant ce laps de temps,  
25 on observe que :

$$(I) \quad P_{éch} - AMP = \phi(N)$$

où  $\phi$  est une fonction que l'on peut déterminer pour chaque moteur.

La description qui précède montre ainsi que l'on peut envisager dans un moteur turbocompressé de déterminer le flux d'air dans les cylindres, et également la  
30 pression ambiante, à partir de la connaissance de la pression à l'échappement. On peut ainsi envisager de remplacer dans un moteur un capteur permettant de déterminer la pression d'alimentation en air des cylindres par un capteur de la pression dans le collecteur d'échappement. On peut également prévoir deux capteurs. Dans ce cas, le deuxième capteur est destiné par exemple à contrôler le premier ou bien à se substituer  
35 à lui en mode dégradé. Dans ce dernier cas, le mode dégradé est alors aussi performant que le mode de fonctionnement normal.

En outre grâce à la réversibilité du modèle exposé, la pression à l'échappement peut être modélisée sans aucune calibration complémentaire.

La présente invention ne se limite pas à la forme de réalisation décrite ci-dessus à titre d'exemple non limitatif. Elle concerne également toutes ses variantes à la portée de l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.



**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur turbocompressé comportant un collecteur d'admission (20) en aval du compresseur du turbocompresseur (14) et un collecteur d'échappement (22) en amont de la turbine du turbocompresseur (14) dans lequel on détermine le débit d'air massique alimentant le moteur et/ou la  
5 pression régnant dans le collecteur d'admission (20) ainsi que la température dans le collecteur d'échappement,

caractérisé en ce que la pression dans le collecteur d'échappement (22) est déterminée en fonction de la pression régnant dans le collecteur d'admission (20), du régime du moteur, des températures régnant dans les cylindres (4) et dans le collecteur  
10 d'échappement (22), la pression régnant dans le collecteur d'admission (20) pouvant éventuellement être déterminée à partir du débit d'air massique.

2. Procédé de gestion selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un coefficient correcteur dépendant de la pression ambiante environnante est prévu.

3. Procédé de gestion selon la revendication 2, caractérisé en ce que la  
15 pression dans le collecteur d'échappement (22)  $P_{éch}$  se calcule par une formule du type :  
$$P_{éch} = [A(T_c) * MAP - B(N, AMP, T_{éch})] / C(T_{éch}),$$

où A, B et C sont des fonctions prédéterminées,  $T_c$  la température dans les cylindres, MAP la pression dans le collecteur d'admission, N le régime du moteur, AMP la pression ambiante et  $T_{éch}$  la température des gaz brûlés dans le collecteur  
20 d'échappement.

4. Procédé de gestion selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le débit d'air alimentant le moteur est régulé à l'aide d'un papillon (18), en ce que lorsque ce papillon (18) reste proche de sa position fermée dans des limites prédéterminées durant un laps de temps prédéfini, la pression ambiante AMP extérieure  
25 est calculée à partir de la pression à l'échappement en fonction du régime du moteur.

5. Procédé de gestion de l'alimentation en air d'un moteur turbocompressé comportant un collecteur d'admission (20) en aval du compresseur du turbocompresseur (14) et un collecteur d'échappement (22) en amont de la turbine du turbocompresseur (14) dans lequel on détermine le débit d'air massique alimentant le moteur et/ou la  
30 pression régnant dans le collecteur d'admission (20) ainsi que la température dans le collecteur d'échappement (22),

caractérisé en ce que la pression dans le collecteur d'échappement (22) est mesurée à l'aide d'un capteur ou similaire, et en ce que la pression régnant dans le collecteur d'admission (20) est déterminée à partir de la pression d'échappement  
35 mesurée en fonction du régime du moteur, des températures régnant dans les cylindres

(4) et dans le collecteur d'échappement (22), le débit d'air massique pouvant éventuellement être déterminé à partir de la pression régnant dans le collecteur d'admission (20).

5 6. Procédé de gestion selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'un coefficient correcteur dépendant de la pression ambiante environnante est prévu.

7. Procédé de gestion selon la revendication 6, caractérisé en ce que la pression dans le collecteur d'admission MAP se calcule par une formule du type :  
$$MAP = [F(N, T_{éch}) * P_{éch} + G(N, AMP, T_{éch})] / [H(N, T_o)],$$

10 où F, G et H sont des fonctions prédéterminées,  $T_c$  la température dans les cylindres,  $P_{éch}$  la pression dans le collecteur d'échappement, N le régime du moteur, AMP la pression ambiante et  $T_{éch}$  la température des gaz brûlés dans le collecteur d'échappement.

15 8. Procédé de gestion selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la température dans le collecteur d'échappement (22) est obtenue à partir d'une modélisation.

1/1

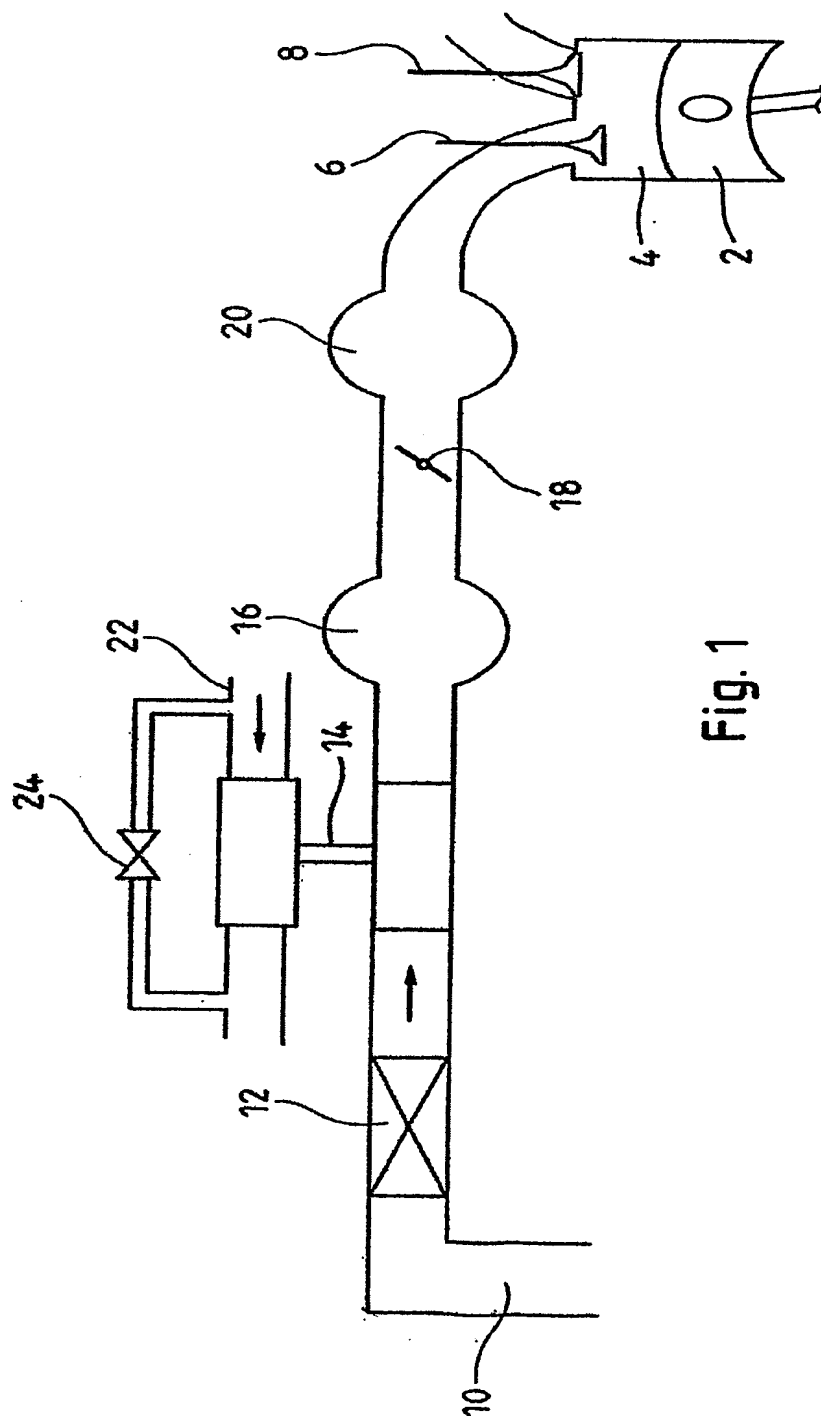


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/009237

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F02D41/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02D F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 377 112 A (BROWN JR. ET AL.) 27 December 1994 (1994-12-27) column 5, line 1 - column 10, line 68; figures	1,5
A	US 6 035 640 A (KOLMANOVSKY) 14 March 2000 (2000-03-14) column 6, line 48 - column 7, line 16; figures	1,5
A	US 2003/010019 A1 (ENGEL ET AL.) 16 January 2003 (2003-01-16) paragraph '0011!	1,5
A	EP 1 347 163 A (RENAULT) 24 September 2003 (2003-09-24) abstract; figures	1,5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2004

Date of mailing of the international search report

26/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bradley, D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/009237

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 824 596 A (RENAULT) 15 November 2002 (2002-11-15) abstract; figures -----	1,5
A	US 2003/004677 A1 (OLIN) 2 January 2003 (2003-01-02) paragraph '0003!; figures -----	1,5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/009237

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5377112	A	27-12-1994	WO	9312332 A1	24-06-1993
			AU	9131791 A	19-07-1993
			DE	4193794 T0	13-01-1994
			FR	2685515 A1	25-06-1993
			JP	6504348 T	19-05-1994
US 6035640	A	14-03-2000	DE	60000051 D1	28-02-2002
			DE	60000051 T2	19-09-2002
			EP	1024263 A1	02-08-2000
US 2003010019	A1	16-01-2003	DE	10010978 A1	20-09-2001
			CN	1364215 T	14-08-2002
			WO	0166921 A1	13-09-2001
			EP	1179128 A1	13-02-2002
			JP	2003526044 T	02-09-2003
EP 1347163	A	24-09-2003	FR	2837528 A1	26-09-2003
			EP	1347163 A1	24-09-2003
FR 2824596	A	15-11-2002	FR	2824596 A1	15-11-2002
US 2003004677	A1	02-01-2003	NONE		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/EP2004/009237

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 F02D41/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 F02D F02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 377 112 A (BROWN JR. ET AL.) 27 décembre 1994 (1994-12-27) colonne 5, ligne 1 - colonne 10, ligne 68; figures	1,5
A	US 6 035 640 A (KOLMANOVSKY) 14 mars 2000 (2000-03-14) colonne 6, ligne 48 - colonne 7, ligne 16; figures	1,5
A	US 2003/010019 A1 (ENGEL ET AL.) 16 janvier 2003 (2003-01-16) alinéa '0011!	1,5
A	EP 1 347 163 A (RENAULT) 24 septembre 2003 (2003-09-24) abrégé; figures	1,5
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 novembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bradley, D

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EP2004/009237

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 824 596 A (RENAULT) 15 novembre 2002 (2002-11-15) abrégé; figures -----	1,5
A	US 2003/004677 A1 (OLIN) 2 janvier 2003 (2003-01-02) alinéa '0003!; figures -----	1,5



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP2004/009237

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5377112	A	27-12-1994	WO 9312332 A1	24-06-1993
			AU 9131791 A	19-07-1993
			DE 4193794 T0	13-01-1994
			FR 2685515 A1	25-06-1993
			JP 6504348 T	19-05-1994
US 6035640	A	14-03-2000	DE 60000051 D1	28-02-2002
			DE 60000051 T2	19-09-2002
			EP 1024263 A1	02-08-2000
US 2003010019	A1	16-01-2003	DE 10010978 A1	20-09-2001
			CN 1364215 T	14-08-2002
			WO 0166921 A1	13-09-2001
			EP 1179128 A1	13-02-2002
			JP 2003526044 T	02-09-2003
EP 1347163	A	24-09-2003	FR 2837528 A1	26-09-2003
			EP 1347163 A1	24-09-2003
FR 2824596	A	15-11-2002	FR 2824596 A1	15-11-2002
US 2003004677	A1	02-01-2003	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**